

# Impacto del ENUM en las redes y los servicios

MsC Ing. Marcos A. Pérez García<sup>1</sup>, MsC Ing Nelson A. Prieto Rivero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ETECSA, Cuba, marcos.perez@etecsa.cu, Edificio Sta. Clara, oficina 219, Ave 3ra e/76 y 78, Miramar, Playa, Ciudad Habana, Cuba, CP 11300. Experto en Numeración y Encaminamiento de ETECSA. Vicepresidente de la Comisión de Estudios 2 de la UIT-T. Tel (53)-72666827

<sup>2</sup> ETECSA, Cuba, nelson.prieto@etecsa.cu, Especialista Principal Desarrollo Dirección Territorial Las Tunas. Tel: (53)-31346988

## RESUMEN / ABSTRACT

El ENUM o “Correspondencia de Números Telefónicos” mas conocido por sus siglas en idioma inglés “ENUM” – Telephone Number Mapping- desarrollado por la Internet Engineering Task Force (IETF) se le considera el primer servicio de convergencia de las redes telefónicas y de la Internet y se basa en la asociación de números telefónicos con recursos de red o servicios en el sistema de Nombre de Dominio o DNS.

El ENUM se enmarca dentro de los esfuerzos de los Organismos Mundiales de Normalización (IETF, UIT, ETSI) en la consecución de un identificador personal para las telecomunicaciones.

El ENUM es la base de nuevos servicios en los cuales no se tiene experiencia práctica por lo que se ha considerado acometer un desarrollo que en un principio se desplegará como ENUM de Usuario en la Intranet de ETECSA.

El presente trabajo expone un análisis del ENUM, su impacto en las redes y servicios así como una breve descripción de algunos trabajos preliminares que sobre el mismo se vienen realizando en ETECSA.

Palabras claves: ENUM, DNS, Internet, convergencia.

*ENUM “Electronic Numbering Mapping” proposed in the RFC 3761 by the Internet Engineering Task Force (IETF) has been considered as the first convergence service between the public switching telephone network and the Internet and relies on the mapping of numbers defined by the UIT-T E.164 Recommendations and the Internet Domain Name Systems.*

*ENUM is one of the solutions, a pragmatic one, that are being developed by the World Standard Organizations (IETF, ITU, ETSI) in achieving a Personal Communication Identifier.*

*ENUM is the foundational building block for new services on which there are not practical experiences for that reason it has been considered convenient by ETECSA to research on the topic starting by what had been called “User ENUM in ETECSA’S Intranet”.*

*After introducing the ENUM and its impact on networks and services the paper briefly describes some of the works being done by ETECSA.*

*KeyWords: ENUM, DNS, Internet, convergente.*

## **Impact of the ENUM in the telecommunications services and networks**

### INTRODUCCION

El protocolo ENUM correlaciona los números de los planes de numeración nacionales conformes con la Recomendación E.164 (Plan Internacional de Numeración de las Telecomunicaciones Públicas) de la UIT-T [1] con los identificadores de recursos uniformes (URI) almacenados en las bases de datos jerárquicas y físicamente distribuidas del Sistema de Nombres de Dominio o DNS definido en la RFC 3761 [2] de la IETF.

Es evidente que la necesidad de soluciones como el ENUM se debe a que los números telefónicos no tienen significado en una red IP. Además existen fuertes indicadores [3] que los números E.164 permanecerán como el identificador para los

servicios de voz a largo plazo, entre los más significativos se encuentran que:

- Son comprensibles universalmente
- Son únicos
- Son neutrales con respecto a la tecnología
- Se asientan en un fuerte sistema de Normas internacionales

El ENUM se enmarca dentro de los esfuerzos de los Organismos Mundiales de Normalización (EITF, UIT, ETSI) en la consecución de un identificador personal para las telecomunicaciones.

El ENUM es la base de nuevos servicios en los cuales no se tiene experiencia práctica por lo que se ha considerado

acometer un desarrollo que en un principio se desplegará como ENUM de Usuario en la Intranet de ETECSA.

Tras un repaso de algunos de los principales aspectos del ENUM en el trabajo se describe el escenario inicial en el que se acomete el desarrollo del ENUM de Usuario en la Intranet de ETECSA y se relacionan algunas de las lógicas de servicios en desarrollo y algunas en perspectivas

## ENUM

Los siguientes cuatro conceptos que se derivan de la definición del ENUM requieren alguna explicación:

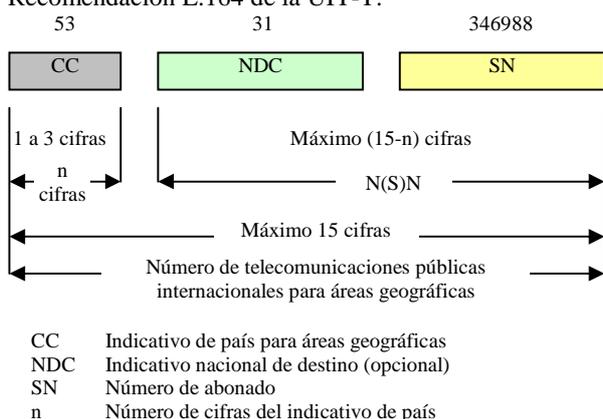
- Números E.164
- Identificador de Recursos Uniforme (URI)
- Sistema de Nombre de Dominio (DNS)
- Dominio “e164.arpa”.

### Números E.164

El Plan Internacional de Numeración para las Telecomunicaciones lo establece la Recomendación E.164 de la UIT-T. En la Recomendación se definen la estructura y la funcionalidad para las tres principales categorías de números que se utilizan en las telecomunicaciones públicas internacionales: las zonas geográficas; los servicios mundiales; y las redes.

El número de telecomunicaciones públicas internacionales para áreas geográficas se compone de un número variable de cifras dispuestas en campos de código específicos. Los campos de código del número de telecomunicaciones públicas internacionales son el indicativo de país (CC, Country Code) y el número nacional (significativo) N(S)N (National Significant Number).

La Fig. 1 muestra la estructura de número de telecomunicaciones públicas internacionales para áreas geográficas, correspondiente a una oficina de ETECSA en Las Tunas, Cuba (+53 31 346988). Nótese que el número internacional no excede los límites establecidos por la Recomendación E.164 de la UIT-T.



**Figura. 1: Estructura de número de telecomunicaciones públicas internacionales para áreas geográficas**

Además también se definen la estructura de los números para los servicios globales, para redes, y grupos de países. Para cada una de estas categorías la Recomendación E.164 ofrece

información de los componentes de la estructura de numeración y el análisis de los dígitos necesarios para encaminar las llamadas de manera satisfactoria.

### Identificadores de Recursos Uniformes

Los Identificadores de Recursos Uniformes o URI [4] pueden definirse como un puntero único a las direcciones de Internet. Las URI son cadenas de caracteres que identifican recursos como documentos, imágenes, archivos, bases de datos, direcciones de correo electrónico u otros recursos o servicios en un formato estructurado común. Los tipos de URI más conocidos son los Localizadores de Recursos Uniforme (URL, Uniform Resource Locator) que se utilizan para localizar recursos de la World Wide Web (WWW).

### Sistemas de Nombre de Dominio

El DNS [5] es un servicio de búsqueda jerárquico distribuido de Internet que traduce nombres de dominio en direcciones IP. Dado que los nombres de dominio son alfabéticos, se utilizan como recursos nemotécnicos fáciles de recordar. Sin embargo, la Internet se basa en direcciones IP, por lo tanto, cada vez que se utilice un nombre de dominio, el servicio DNS debe traducir el nombre en la correspondiente dirección IP.

Un nombre de dominio consiste en una secuencia de caracteres o etiquetas separados por un carácter delimitador, el punto “.”, por ejemplo “ltu.etcসা.cu” es un nombre de dominio formado por las etiquetas “ltu”, “etcসা” y “cu”. Los nombres de dominio están escritos con la etiqueta de jerarquía inferior primero y el dominio de nivel superior (TLD del idioma inglés Top Level Domain) de último. En cada nivel, los servidores de nombres mantienen ficheros de nombres y datos excepto para los nombres de dominio y datos que han sido delegados en otro servidor. A cada nivel se hace la delegación de autoridad para el dominio por el nivel superior.

El nodo raíz del espacio de denominación Internet consta de un único fichero, el fichero raíz de zona. El fichero raíz de zona contiene punteros a los servidores maestro (primario) y esclavo (secundario) para todos los dominios de nivel superior Internet (por ejemplo gTLD, ccTLD).

El servidor maestro es la fuente de datos primaria para una zona DNS. Es donde se hacen todos los cambios al contenido de la zona. El protocolo DNS proporciona un mecanismo automático para propagar el contenido de una zona a servidores esclavos (secundarios). Los servidores secundarios proporcionan robustez y evitan puntos de fallo. Si un servidor de nombres para una zona falla o no es accesible, deberá haber otros servidores de nombres para la zona que puedan consultarse.

### Dominio e164.arpa

El ENUM sigue una estructura similar a la del DNS a la que la IAB (del idioma inglés Internet Architecture Board) ha propuesto como acceso a los servicios ENUM en el Sistema DNS el subdominio e164.arpa. Aunque no existe un consenso [6] sobre esta propuesta la UIT-T ha adoptado de forma interina el dominio de nivel superior “arpa” y designado a la Réseaux IP Européens Network Coordination Center (RIPE NCC) como registro internacional para el dominio de segundo

nivel “.e164.arpa”. Los códigos nacionales individuales se colocan bajo el subdominio “.e164.arpa”. Así los números del plan nacional de numeración de Cuba se harían corresponder al “3.5.e164.arpa”.

El TLD “arpa” se usa exclusivamente para propósitos de infraestructura de Internet, no es visible para usuarios comunes de Internet, tiene un número muy limitado de dominios de segundo nivel.

### Algoritmo ENUM

De manera general la filosofía del sistema ENUM se podría definir:

- Utilizar, por su disponibilidad y unicidad, los números E.164 como identificador único, pues nos acompañan desde el siglo XIX, son los mismos en cualquier idioma y neutrales con respecto a la tecnología
- Utilizar como base de datos el Sistema de Nombres de Dominio de Internet, porque está disponible, funciona, es global y confiable
- Establecer las correspondientes relaciones

Por su parte el protocolo ENUM definido en la RFC 3761 es conceptualmente muy sencillo y define las reglas que permite relacionar, sin ambigüedad, los nombres de dominio con los números telefónicos. El dominio puede entonces ser usado para identificar varios servicios de comunicaciones, tal como fax, terminal móvil, direcciones de correo, direcciones de teléfonos IP, páginas WEB, etc. Los recursos o servicios son identificados mediante el comúnmente utilizado esquema de direccionamiento Internet denominado Identificadores Uniformes de Recursos ó URI.

El dominio ENUM se forma de acuerdo con las siguientes reglas

- Se toma el número internacional,
- Se invierte el orden de las cifras y se separan por puntos
- Se asocia el resultado a un nombre de dominio ENUM

Así el número de una oficina de ETECSA en las Tunas 346988 se lleva al formato internacional

+53 31 346988,

Se suprimen todos los caracteres que no sean dígitos

+53 31 346988

5331346988

Se invierte el orden de los dígitos y se separan por puntos

8.8.9.6.4.3.1.3.3.5

Se concatena la cadena de caracteres con el dominio “.e164.arpa”

8.8.9.6.4.3.1.3.3.5.e164.arpa

La inversión del orden de las cifras obedece a que la estructura de búsqueda de los DNS es de derecha a izquierda donde el valor de mayor jerarquía es la cifra que está más a la derecha.

En la Figura. 2 se muestra la posición que ocuparía cada porción de la numeración dentro del dominio ENUM formado para el número +53 31 34-6988.

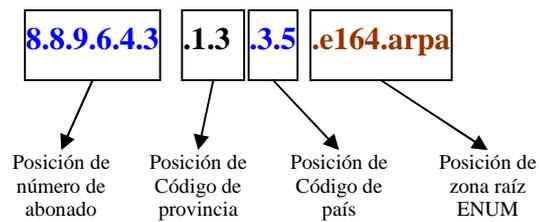


Figura. 2: Porciones individuales de nombres de dominios ENUM.

El protocolo ENUM utiliza según define la RFC 3403 [7] los llamados registros de recursos (RR, Resource Record) DNS del Puntero de Entidad de Denominación ("NAPTR", Naming Authority Pointer) que es un nuevo tipo de registro DNS que admite expresiones regulares o forma normalizada de escribir las cadenas usadas especialmente para buscar patrones de textos determinados. De este modo se puede determinar los métodos o servicios disponibles para contactar un nodo específico identificado mediante un número de la Recomendación E.164. El protocolo ENUM define y utiliza un tipo específico de servicio NAPTR con el mnemónico "E2U" (resolución de E.164 a (to) URI).

El resultado de una consulta ENUM puede constar de uno o más URI con su orden de procesamiento y preferencia indicada por valores contenidos en los registros NAPTR. Estos URI se utilizan posteriormente para referirse a recursos o servicios asociados con el número de la Recomendación E.164.

Para cambiar la base de datos ENUM se requiere de un protocolo de aprovisionamiento. La RFC 4114 "Extensible Provisioning Protocol" (EPP) es una norma recién creada que provee el protocolo para la comunicación entre el registro ENUM (que posee los RR NAPTR en el nivel 2 ENUM) y los registradores (que interactúan con los abonados para establecer el registro ENUM de los números E.164 asignados al abonado)

### Niveles ENUM

La raíz ENUM [8] es el dominio de segundo nivel del DNS “.e164.arpa”.

La jerarquía ENUM esta compuesta de tres niveles]: Nivel 0, Nivel 1 y Nivel 2.

**Nivel 0:** corresponde al nivel raíz ENUM “.e164.arpa”. Los registros de este nivel contienen punteros al código de país E.164 del nivel 1 ENUM.

**Nivel 1:** corresponde al indicativo de país CC E164, o sea “<CC>.e164.arpa”. Los registros de este nivel contienen punteros hacia los servidores de nombres autorizados del nivel 2 ENUM para números individuales o bloques de números de las numeraciones E.164 correspondientes a los diferentes códigos de países.

**Nivel 2:** corresponde al número E.164, o sea “<N(S)N>.<CC>.e164.arpa”. Los registros de este nivel contienen punteros al NAPTR para un número E.164.

**La Entidad de Nivel 0 ENUM**, bajo la dirección administrativa del Buró Normalización de las Telecomunicaciones (TSB) de la UIT-T, actúa como registro para el nivel raíz ENUM. El registro actual de este nivel ENUM es el Centro Coordinador redes IP europeas (RIPE-NCC).

**La Entidad de Nivel 1** para un indicativo de país, mantiene los registros que indican el servidor de nombres autorizados para los números E.164 individuales o los bloques de números que constituyen el indicativo de país o la porción de éste.

**La entidad de Nivel 2** para el número E.164 mantiene los registros NAPTR efectivos que contienen información para servicios de comunicación concretos. Estos registros NAPTR a su vez apuntan a Proveedores de Servicio de Aplicación (ASP, Application *Service Providers*) que prestan estos servicios.

**Registrante ENUM:** Abonado a un número E.164 que ha decidido suscribirse a las funciones ENUM.

**El Registrador de Servicio ENUM** interactúa con abonados con números E.164 o sus representantes para crear registros que permitan dar a sus números la estructura del DNS de ENUM. Es un mediador entre el registrante ENUM y el registro ENUM.

#### **Aspectos administrativos generales del ENUM**

Antes de adoptar el protocolo ENUM, cada estado debe considerar aspectos importantes; algunos de carácter internacional y/o nacional, y otros, con carácter de operación o administrativo.

Para asegurar el papel soberano de cada estado miembro de la UIT, con relación a la asignación gestión de los recursos de numeración, la UIT necesitaría garantizar que cada estado miembro autorice, específicamente, la inclusión de su recurso indicativo de país de la Recomendación E.164 en el DNS.

Existen propuestas de establecer un nuevo TLD especial para la implementación de ENUM, como por ejemplo “e164”, que sea administrado por una organización internacional, neutral e imparcial como la UIT-T. No obstante para pruebas del servicio ENUM algunos países han solicitado la delegación provisional del CC a la RIPE.

Una vez solucionado y establecido el marco internacional, la implementación de los procesos operacionales y administrativos de los niveles inferiores del sistema ENUM es un asunto nacional.

Entre los aspectos nacionales a considerar esta la integridad de los números E.164 y la protección de los abonados. La estructura de las entidades en el proceso administrativo que proporciona el servicio ENUM no necesariamente responde a la estructura de zona ENUM operacional.

Si un Plan Nacional de Numeración contempla Códigos Nacionales de Destino (NDC), se debe considerar si para el nivel I se incluyen las numeraciones correspondientes a los diferentes NDC asociadas a una sola entidad operadora de servidor DNS o si los arcos de numeración de cada NDC se relacionan en diferentes entidades.

Entonces, debe considerarse la forma de depositar las numeraciones en los registros, que puede ser sobre la base de números individuales o bloques de números. El primer caso facilita la portabilidad de números.

Con respecto al nivel 2, la entidad que brinde el servicio está sujeta a las reglamentaciones de los estados; pero, en cualquier caso, el ente designado deberá validar el derecho del subscriptor a tener un fichero ENUM para su número en cuestión. Igualmente se necesita una logística para las notificaciones entre los niveles ENUM así como la cesación de estos o los cambios de servicios (portabilidad).

Nacionalmente se deben considerar también aspectos técnicos como: una infraestructura DNS fiable, robusta y disponible sin puntos únicos de fallo, la integridad de los datos y autenticación, consideraciones sobre la aplicaciones para la seguridad de las redes, aspectos de privacidad, etc.

#### **Aplicaciones y Servicios ENUM**

Otro aspecto que debe ser incluido son los servicios que se brindarían tanto durante las pruebas como para el primer despliegue del ENUM.

Las aplicaciones que se pueden derivar del proyecto de pruebas ENUM serían una forma concreta de primeros servicios en un ambiente de convergencia del mundo de las telecomunicaciones con la Internet. Podría ser de utilidad usuarios interesados en ser contactados mediante diferentes métodos de comunicación asociados a un solo número.

Varias operadoras se encuentran desarrollando nuevos servicios por ejemplo dando alternativa de localización a números alternativos como el de una secretaria o recepcionista o cualquier otro dentro de la jerarquía empresarial.

Se debe señalar que el éxito de los nuevos servicios de convergencia derivados de la aplicación del ENUM depende de la simplicidad de los mecanismos para su uso por parte de la población. En este sentido utilizar números E.164 como nombre de Internet ofrece la ventaja que hace el servicio accesible y entendible por parte de los abonados.

Las pruebas pueden facilitar una mejor comprensión de los servicios ENUM, desarrollar nuevos servicios, observar el grado de aceptación por parte de los abonados que participen en las pruebas.

De lo anterior se evidencia la necesidad de la participación de las áreas comerciales de las empresas involucradas en el establecimiento de un pilotaje ENUM y pruebas que de él se deriven.

#### **ENUM de Infraestructura**

En síntesis el ENUM es una base de datos en la jerarquía DNS. Como con cualquier base de datos una cuestión crucial es quien tiene los derechos para acceder o cambiarla. La base de datos DNS de la Internet es de disponibilidad pública. De esta forma cualquier usuario puede tomar información del DNS. No obstante sólo los dueños de los dominios pueden cambiar la información lo que constituye un claro concepto. Con ENUM este asunto no es tan claro como en los DNS actuales. De ahí que surgen dos importantes preguntas:

¿Quién puede usar la información de los registros ENUM?

¿Quién tiene autorización para cambiar o poblar los registros ENUM?

Estas preguntas han dado lugar a clasificar el ENUM en dos tipos: ENUM de usuario y ENUM de Infraestructura los que se podrían definir de la siguiente manera

ENUM de Usuario: la correspondencia de números telefónicos E.164 con los Identificadores de Recursos Uniforme (URI) utilizando el Sistema de Nombre de Dominio (DNS) en el dominio e164.arpa, con la restricción de que tanto el mantenimiento como el uso de los registros está, bajo la autoridad del usuario.

ENUM de Infraestructura: la correspondencia de números E.164 con los Identificadores de Recursos Uniforme (URI) utilizando el Sistema de Nombre de Dominio (DNS) público o privado, con la restricción que el mantenimiento de los ficheros se realiza por el Operador. El término ENUM de Infraestructura es intercambiable con "ENUM de Operador" (Carrier ENUM).

En general el ENUM de Usuario se podría ver, Fig. 3, como una "tarjeta de presentación electrónica" y al ENUM de Infraestructura como una forma de permitirles a los Operadores encaminar sus llamadas. En teoría ambos tipos de ENUM pueden coexistir.

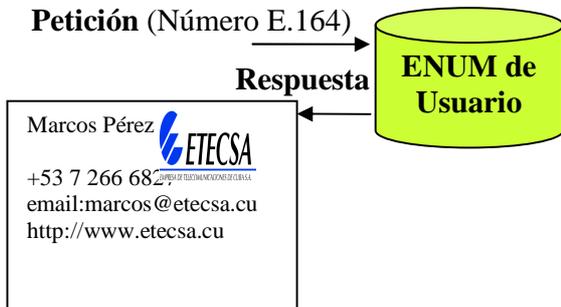


Figura. 3: ENUM de Usuario, la tarjeta de presentación electrónica

Aunque el ENUM de Usuario fue enunciado por Falstrom desde el 2000 fue necesario en el 2004 revisar la Norma para distinguirla del ENUM de Infraestructura. Debe señalarse que el ENUM de Infraestructura no cuenta al presente con un Estándar internacional. En los organismos internacionales de normalización el punto principal de discusión se centra si debe existir un dominio y quien lo administra donde los operadores puedan almacenar sus números.

## ESCENARIO PARA LAS PRUEBAS

La Fig. 4 muestra de forma aproximada del escenario inicial para el desarrollo de ENUM de Usuario en ETECSA. Nótese que el DNS con dominio "e.164. etecsa.cu" es el nivel "0" ENUM en esta aproximación.

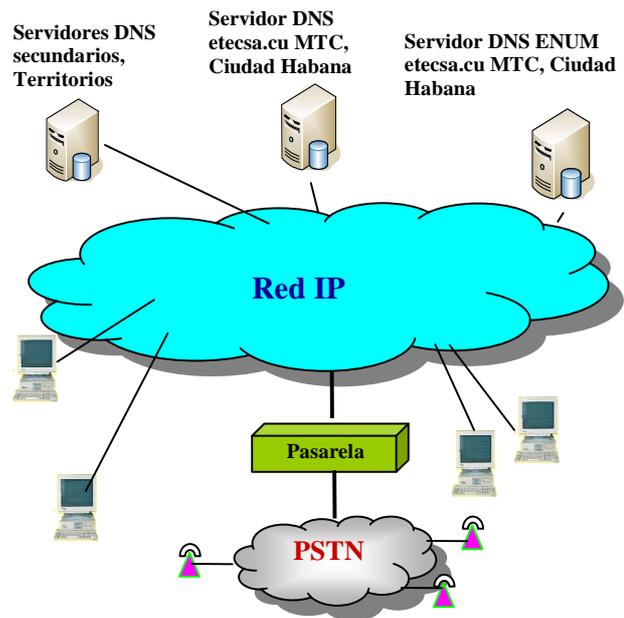


Figura. 4 Aproximación al escenario para las pruebas ENUM de Usuario

Entre los objetivos iniciales del Proyecto se incluyó el desarrollo de un sitio Web que permite a los participantes y personal de la Empresa conocer sobre el ENUM, avances del desarrollo, aplicación ENUM en la Web, Directorio de Cliente ENUM, etc.

Se han desarrollado o están en fase de desarrollo lógicas de servicio para aplicación ENUM en los celulares, aplicación ENUM a los abonados de la PSTN, aplicación ENUM de escritorio, etc.

Se trabaja en la definición del desarrollo de servicios de valor agregado para el ENUM que en el marco de la informatización de la sociedad permita la aproximación al concepto de un "teleindicador personal", a modo de ejemplo el ENUM como facilitador informático a los servicios de la Salud Pública en Cuba.

Entre las pruebas y resultados esperados se encuentra:

- Estudio nacional en cuanto a la potencial incorporación en el espacio de numeración de Cuba del ENUM.
- Definición de las entidades nacionales que fungirán como administradoras del nivel 1 y 2 ENUM nacionales.
- Servicios a brindar.
- Definición de clientes para internos para el desarrollo.
- Aspectos regulatorios del servicio ENUM.
- Aspectos legales.
- Directorio y aspectos relacionados.
- Organización y responsabilidades.
- Administración del Dominio ENUM.
- Plan de Pruebas.
- Información Pública.
- Aspectos Regulatorios.

- Infraestructura DNS nacional fiable, robusta y sumamente disponible sin puntos de fallos.
- Integridad de los datos y autenticación. Aplicaciones de seguridad mediante firmas digitales criptográficas.
- Seguridad de la red nacional de telecomunicaciones.

## CONCLUSIONES

El sistema ENUM desarrollado por la IETF, es una solución conceptualmente sencilla y pragmática al problema de un identificador único para las telecomunicaciones que permitirá al abonado que origine la llamada seleccionar entre diferentes servicios, a través de un identificador amigable y conocido, como el número telefónico E.164.

Para asegurar la integridad de los números E.164 y proteger a los abonados, se necesita una administración apropiada de la base de datos. Este aspecto es considerado por los organismos internacionales de normalización de las telecomunicaciones y las autoridades nacionales relacionadas con esta solución.

La responsabilidad, la delegación y la autoridad de zona raíz ENUM es un punto de análisis por parte de los estados miembros de la UIT-T.

Las investigaciones realizadas han mostrado que, una vez solucionado y establecido el marco internacional, la implementación de los procesos operacionales y administrativos de los niveles inferiores del sistema ENUM corresponderá a cada estado miembro.

Existen aspectos técnicos que también son objeto de estudios: la infraestructura DNS fiable, robusta y sumamente disponible sin puntos de fallos; la integridad de los datos y autenticación; las aplicaciones de seguridad mediante firmas digitales criptográficas; las consideraciones sobre la privacidad; y la seguridad en las redes de telecomunicaciones, etc. a lo que se le suma lo referido al ENUM de Infraestructura.

Las pruebas en escenario ENUM de usuario desarrolladas en la red de ETECSA han sido satisfactorias no obstante mucho trabajo queda por hacer de considerarse la extensión de una prueba ENUM en el ámbito nacional.

## REFERENCIAS

- [1] UIT-T, Recomendación E.164 (02/05), The International Public Telecommunication Numbering Plan
- [2] Fältström, P. and Mealling, M. The E.164 to Uniform Resource Identifiers URI, RFC 3761, 2004
- [3] Pérez García, M. Identificador personal para las telecomunicaciones, Tono, 2005, Vol 2, p. 23-25, <http://www.cubf,etecsa,cy/TonoDigital/Tono20No.%202/pag23.pdf>
- [4] Berners-Lee, T., Fielding, R, y Masinter, L. Uniform Resource Identifier: Generic Syntax. RFC 3986, 2005, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3986.txt>
- [5] Mockapetris, P. Domain Names –Concepts and Facilities, RFC 1034, 1987; <http://www.ietf.org/rfc/rfc1034.txt>
- [6] Pérez García, M. ENUM y sus perspectivas, Tono 2005, Vol 3, p. 16-21, <http://www.cinf.etecsa.cu/TonoDigital/Tono%29No.%203/pag16-21.pdf>

[7] Mealling, M. Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Three: The Domain Name System (DNS) Database, RFC 3403, 2002: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3403.txt>

[8] Prieto Rivero, N. “Propuesta de una prueba piloto del ENUM en Cuba” Tesis de maestría. Dept.de Telecomunicaciones. Facultad de Eléctrica. Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 2007

## AUTORES

**Marcos Antonio Pérez García**, Ingeniero en Telecomunicaciones, Master of Science, Profesor Auxiliar, [marcos.perez@etecsa.cu](mailto:marcos.perez@etecsa.cu). Experto en Numeración y Encaminamiento de ETECSA, Vicepresidente de la Comisión de Estudios 2 de la UIT-T

**Nelson Amaurys Prieto Rivero**, Ingeniero en Telecomunicaciones, Master of Science, ETECSA, [nelson.prieto@etecsa.cu](mailto:nelson.prieto@etecsa.cu). Especialista Principal Departamento Desarrollo Dirección Territorial Las Tunas.